

УДК 621.313:62.192

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Петков А.А. канд. техн. наук

(г. Харьков, Украина)

Запропоновано ієрархічну структуру параметричного синтезу розрядних кіл високовольтних імпульсних випробувальних пристроїв. Визначено напрямки досліджень для її реалізації.

Предложена иерархическая структура параметрического синтеза разрядных цепей высоковольтных импульсных испытательных устройств. Определены направления исследований для ее реализации.

The hierarchical structure of parametrical synthesis of digit circuits of high-voltage pulse test devices is offered. The lines of investigation for its realization are determined.

В настоящее время значительное внимание уделяется испытаниям электротехнического и электронного оборудования на стойкость к воздействию мощных электромагнитных факторов искусственного и естественного происхождения. Испытания такого рода проводятся с помощью высоковольтных импульсных испытательных устройств (ВИИУ), создаваемых на базе емкостных накопителей энергии. Многообразие испытательных импульсов и постоянное развитие нормативной базы, регламентирующей испытания, ставят задачу синтеза разрядных цепей ВИИУ, как одну из основных задач их проектирования.

ВИИУ – это высоковольтное устройство, предназначенное для формирования (в его нагрузке) нормативного импульсного воздействия, длительность которого меньше рассматриваемого промежутка времени и соизмерима со временем распространения электромагнитного поля в габаритах ВИИУ. В настоящей работе рассматривается класс ВИИУ, импульсное воздействие которых представляет собой импульс тока, напряжения, электромагнитного поля или его составляющих и конструктивно выполненных на базе емкостных накопителей энергии.

Целью настоящей работы является разработка иерархической структуры моделей параметрического синтеза разрядной цепи ВИИУ.

Разрядная цепь ВИИУ представляет собой совокупность компонентов и нагрузки, гальванически связанных между собой

определенным способом и предназначенных для формирования в нагрузке требуемого импульсного воздействия. Под компонентом разрядной цепи будем понимать физический объект, включаемый в разрядную цепь и обладающий набором свойств, проявляющихся при протекании тока: активным сопротивлением, индуктивностью, емкостью (например, резистор, катушки индуктивности, конденсатор, разрядник и т.п.). Соединение компонентов в разрядной цепи ВИИУ осуществляется как параллельное и/или последовательное соединение ветвей, состоящих из последовательно соединенных компонентов. Основное свойство ВИИУ рассматриваемого класса состоит в том, что в наборе компонентов разрядной цепи обязательно присутствуют разрядники и накопительные конденсаторы, в которых изначально накапливается электрическая энергия.

Для описания переходных процессов на начальном этапе проектирования используются эквивалентные электрические схемы, которые состоят из элементов разрядной цепи – идеализированных объектов, обладающих одним свойством, проявляющимся при протекании тока (например, R–элемент - элемент, обладающий только активным сопротивлением, L–элемент - элемент, обладающий только индуктивностью и т.п.). Принцип эквивалентности заключается в следующем: величина параметра каждого элемента ветви является результатом эквивалентного преобразования (согласно законам электротехники) соответствующих параметров компонентов, входящих в эту ветвь.

Как показывает опыт проектирования ВИИУ, наиболее эффективной является последовательность проектных процедур параметрического синтеза разрядной цепи, представленной на рис. 1.

На I уровне осуществляется выбор величины параметров элементов разрядной цепи, реализация которых обеспечивает формирование импульсного воздействия с номинальными значениями параметров. Математические модели набора параметров элементов в общем случае имеют вид

$$\overline{P_E} = F(\overline{P_{IV}}, \overline{P_N}), \quad (1)$$

где $\overline{P_E}$ - набор значений параметров элементов разрядной цепи;

$\overline{P_{IV}}$ - набор значений параметров импульсного воздействия;

$\overline{P_N}$ - набор значений параметров нагрузки;

$F(\cdot)$ – оператор, определяемый конкретным видом схемы ВИИУ.

В настоящее время математические модели данного уровня достаточно полно разработаны только для генераторов импульсов тока [1 - 4].

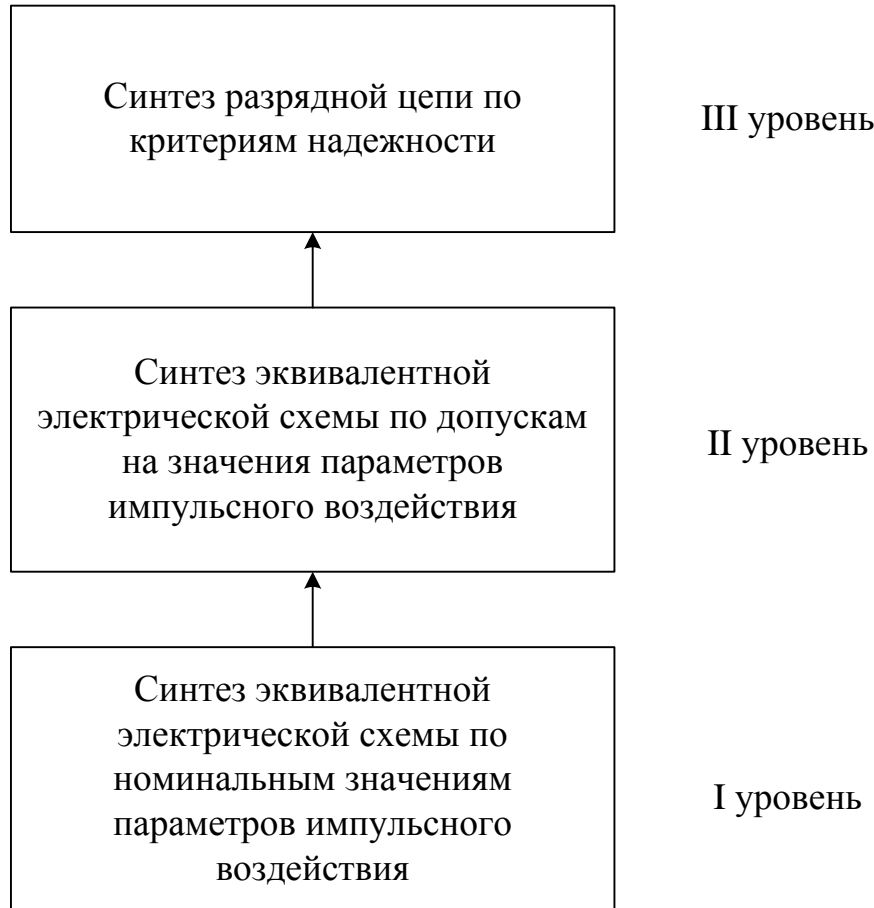


Рис. 1. Иерархическая структура параметрического синтеза разрядной цепи высоковольтного импульсного испытательного устройства

На II уровне осуществляется выбор величины допусков параметров элементов разрядной цепи, реализация которых обеспечивает формирование импульсного воздействия с значениями параметров, находящимися в заданном диапазоне. Математические модели набора допусков величин параметров элементов в общем случае имеют вид

$$\overline{D_E} = \Phi(\overline{P_E}, \overline{P_{IV}}, \overline{P_N}, \overline{D_{IV}}, \overline{D_N}), \quad (2)$$

где $\overline{D_E}$ - набор допусков значений параметров элементов разрядной цепи;

$\overline{D_{IV}}$ - набор допусков значений параметров импульсного воздействия;

$\overline{D_N}$ - набор значений параметров нагрузки;

$\varphi(\cdot)$ – оператор, определяемый конкретным видом схемы ВИИУ.

На III уровне осуществляется выбор компонентов разрядной цепи, использование которых обеспечивает формирование требуемого импульсного воздействия в течение заданного срока эксплуатации с заданным уровнем надежности.

$$\overline{N_K} = \Psi(\overline{P_E}, \overline{P_{IV}}, \overline{P_N}, \overline{D_E}, \overline{D_{IV}}, \overline{D_N}, \overline{Q_{IV}}), \quad (3)$$

где $\overline{N_K}$ - набор компонентов разрядной цепи;

$\overline{Q_{IV}}$ - набор показателей надежности формирования импульсного воздействия;

$\Psi(\cdot)$ - оператор, определяемый конкретным видом схемы ВИИУ.

В настоящее время задачи II и III уровней в общем виде не решены. Отдельные элементы решения рассмотрены в [5, 6]. Для реализации предложенной иерархической структуры необходимо провести исследования обеспечивающие построение соотношений (1) – (3).

Литература

1. Петков А.А. Выбор параметров разрядной цепи генератора импульсов тока при разряде на последовательную активно-индуктивную нагрузку // Электротехника. – 1990. - №10. – С. 35 – 36.
2. Петков А.А. Формирование испытательных импульсов тока сложной формы // Вестник Национального технического университета "Харьковский политехнический институт". Сборник научных трудов. Тематический выпуск: Электроэнергетика и преобразовательная техника. – Харьков: НТУ "ХПИ". - №4. – 2004. – С.22 – 30.
3. Петков А.А. Расчет параметров разрядной цепи высоковольтных импульсных испытательных устройств, формирующих импульсы апериодической формы // Электротехника та електроенергетика. - 2005. - №1. – С. 65 - 69.
4. Петков А.А. Формирование испытательного импульса тока в активно-индуктивной нагрузке // Электротехника. - 2006. - №4. – С. 34 - 37.
5. Петков А.А. Усовершенствование разрядных цепей генераторов больших импульсных токов с учетом критериев их надежности: Дис. ... канд. техн. наук: 05.09.13. – Харьков, 2004. – 205 с.
6. Иыуду К.А. Оптимизация устройств автоматики по критерию надежности. – М.-Л.: Энергия, 1966. – 194 с.